

**BREVET D'INVENTION**

P.V. n° 6.210, Bas-Rhin

Classification internationale :



1.302.907

B 23 j

**Procédé pour la réalisation d'assemblages par rivetage au moyen de rivets creux avec goupilles à rupture prédéterminée.**

MM. HERMANN HEIDENWOLF et HANS-GEORG BIERMANN résidant en Allemagne.

**Demandé le 28 février 1957, à 17<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, à Strasbourg.**

Délivré par arrêté du 30 juillet 1962.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 36 de 1962.)

(Demande de brevet déposée en Allemagne le 28 février 1956, aux noms des demandeurs.)

Afin de pouvoir exécuter des assemblages par rivetage à partir d'un seul côté de pièces difficilement accessibles et dans le but général de mécaniser l'opération de rivetage de manière à pouvoir le faire exécuter par un seul homme, différents procédés de rivetage sans contre-appui ont déjà été développés. Il s'agit, en principe, de l'emploi de rivets creux dont la tête de fermeture est formée à partir du côté de la tête de pose par un évasement radial de l'extrémité de la tige du rivet creux qui saille du trou des pièces à assembler. Pour obtenir cet évasement radial de l'extrémité de la tige du rivet creux dans le but de façonner un bourrelet à rebord, il est prévu généralement une goupille composée d'une partie cylindrique faisant office de tige de traction et d'une extrémité renflée coniquement comme poinçon de refoulement. Cette extrémité renflée coniquement de la goupille dépasse à l'état non travaillé du rivet sans contre-appui de l'orifice de l'extrémité de la tige du rivet creux. Pendant l'opération de rivetage, cette extrémité renflée est tirée à partir du côté de la tête de pose par une action exercée sur la tige de traction cylindrique dans l'orifice de la tige du rivet creux, tandis que la tête de pose du rivet creux bute contre l'embouchure du dispositif de rivetage. De cette façon la partie de la tige du rivet creux qui saille librement à l'opposé de la tête de pose du trou des pièces à assembler est refoulée consécutivement à son évasement radial au-delà dudit trou, en vue de constituer finalement, en forme d'un rebord, la tête de fermeture.

Dans un procédé de ce genre d'assemblages par rivetage sans contre-appui, la goupille de remplissage conique est tirée à travers l'orifice sur toute la longueur du rivet creux, afin de pouvoir effectuer le même travail dans l'opération de rivetage suivante. Dans ce cas, l'épaisseur de paroi de la tige du rivet creux est agrandie vers l'intérieur en direction de la tête de fermeture, afin d'y obtenir

par le retrait de la goupille de remplissage conique un plus fort refoulement latéral en direction radiale de l'extrémité libre de la tige du rivet creux au-delà du bord du trou des pièces à assembler. En plus, en dehors de la simple formation de la tête de fermeture, un évasement radial est réalisé qui augmente la résistance de la partie coïnçante de la tige du rivet qui est soumise à l'action du refoulement et sa pression contre la paroi intérieure des pièces à assembler. Finalement et en vue d'un accroissement supplémentaire de la résistance au cisaillement et aussi en vue d'un étanchement, l'orifice du rivet creux est ultérieurement encore rempli ou bouché par une goupille de remplissage cylindrique dont la longueur correspond à celle de l'orifice du rivet creux.

Dans un procédé semblable, la goupille n'est utilisée qu'une seule fois comme élément d'évasement radial de la tige du rivet creux et de formation de la tête de fermeture et reste après la formation du rivet, comme élément de remplissage, dans l'orifice du rivet creux. Le diamètre de la goupille de remplissage correspond alors sensiblement à celui des trous dans les pièces à assembler, de façon qu'après la formation de la tête de fermeture, il est donné naissance à une résistance qui s'oppose à une poursuite du mouvement de retrait, grâce à un étranglement au droit du bord du trou des pièces à assembler et à l'évasement de la partie de la tige du rivet creux qui s'y trouve alors interposée. En conséquence, la tige de traction s'arrache sous l'effet de la force de traction à un endroit de rupture prédéterminé après avoir rempli son but unique de servir d'élément de transmission de force entre le dispositif de rivetage et la goupille de remplissage. Cet endroit de rupture prédéterminé correspond dans sa forme extérieure à la forme de l'étranglement de section naturel et progressif d'une barrette cylindrique soumise à un effort de traction avant sa

rupture, sans toutefois avoir été soumis préalablement à un allongement de sa structure. La portée de l'étranglement progressif de la tige de traction le long de son axe dépasse donc en longueur et de façon correspondante, comme endroit prédéterminé de rupture, largement les dimensions du diamètre de la tige.

La rupture par traction d'un tel endroit de rupture prédéterminé s'effectue donc toujours à peu près au milieu de l'étranglement de section continu. Le reste de la goupille qui se rétrécit en direction de l'endroit de rupture ne peut cependant, du fait de sa forme conique, remplir le but d'une goupille de remplissage renforçante. Dans ce procédé, le lieu de l'endroit de rupture prédéterminé est donc d'avance situé à une distance suffisante au-delà du rivetage. Après la formation du rivet, le reste de la goupille qui saille du côté de la tête de pose est ôté en pinçant, ce qui constitue une opération de travail supplémentaire, tandis que le tronçon de la goupille qui reste enfoncé dans l'orifice du rivet creux, fait office d'organe de remplissage pour augmenter la résistance au cisaillement de l'assemblage par rivetage. Comme il reste cependant, même après l'enlèvement avec la pince un petit téton à vive arête qui dépasse la tête de pose du rivet creux, ceci ne satisfait pas aux exigences d'une surface lisse, surtout dans les rivetages noyés. En appliquant ce procédé au montage de pièces accessibles d'un côté seulement, par exemple de revêtements de tuyaux, de panneaux muraux, de parements, etc., et notamment lorsque ces pièces peuvent être frôlées par les habits de personnes, cette imperfection exige l'intervention d'une autre opération de travail ultérieure. Les mêmes considérations jouent également pour la résistance de l'air à des vitesses élevées dans l'application spéciale du procédé dans la construction aéronautique. Une différence de principe entre ce procédé et celui décrit en premier lieu réside seulement dans le fait que la goupille de remplissage, grâce à sa tête plus forte que celle de la première goupille de remplissage, est assurée contre un dégagement fortuit, tout au moins vers le côté de la tête de pose.

Dans un autre procédé d'assemblage par rivetage sans contre-appui à rivets creux et goupilles à rupture prédéterminée, on renonce d'avance au renforcement augmentant la résistance au cisaillement assuré par une goupille dont une partie reste dans l'orifice du rivet creux pour faire office d'élément de remplissage. Dans ce cas, l'endroit de rupture prédéterminé commence sous forme d'un étranglement progressif de section de la tige de traction déjà immédiatement après la partie de la goupille qui sert de tête de refoulement. Le reste de goupille de l'endroit de rupture étant un rétrécissement sans effet statique, ne remplit aucun but

pratique, quel qu'il soit. De même il est renoncé dans ce procédé, du fait de la disposition de la goupille, à une pression augmentant la résistance de la tige du rivet creux contre la paroi intérieure du trou des pièces à assembler sur toute la hauteur de contact avec celle-ci, pression assurée par une partie conique de la goupille à tirer à travers l'orifice du rivet et produisant en ce faisant un évasement. La déformation de la tige du rivet creux le long de la hauteur de contact correspond ici simplement à un refoulement peu prononcé. Par contre, dans ce procédé, la goupille de remplissage qui reste dans la tête de fermeture et en assure le renforcement est empêchée de se dégager par le fait que le bord de la tige du rivet creux vient enlacer partiellement ladite goupille pendant l'opération de rivetage. Un enlacement analogue de la goupille de remplissage par la tête de fermeture a déjà été appliqué auparavant dans d'autres procédés, sans que toutefois la solidité de ladite tête ait été augmentée d'une valeur satisfaisante.

Si la résistance au cisaillement des assemblages par rivetage sans contre-appui décrits ci-dessus peut, par l'insertion d'une goupille de remplissage, être accrue par rapport à des assemblages réalisés par de simples rivets creux, le même résultat n'est pas obtenu en ce qui concerne la résistance à la traction desdits assemblages le long de leur direction de serrage. Cet inconvénient résulte avant tout du fait que la goupille de remplissage ne participe pas, avec sa section transversale, à un tel effort de traction, étant donné que les conditions d'un verrouillage transversal nécessaire aussi bien pour la tête de pose que pour la tête de fermeture ne sont pas remplies dans les procédés actuels. En plus, la surface des pièces à assembler recouverte par le rebord circulaire de la tête de fermeture est trop petite comparativement à celle d'un assemblage normal par rivets creux. C'est la seule partie de la goupille de remplissage restant dans la tête de fermeture partie transformée irréversiblement en élément de renforcement lors de la formation de ladite tête — qui peut avoir une certaine importance dans l'augmentation de la résistance pour compenser, au point de vue statique, du moins partiellement, la surface de recouvrement, beaucoup trop petite par rapport à la tête de pose, de la tête de fermeture typique des rivetages sans contre-appui. Cette résistance à la traction souvent très insuffisante par rapport à la résistance au cisaillement des rivetages sans contre-appui en direction du serrage des pièces à assembler oblige à surdimensionner les rivets dans les procédés de rivetage sans contre-appui actuellement connus. Ceci est notamment le cas pour les efforts imposés par la vibration et surtout par la résonance, où il doit être prévenu le danger que des goupilles de renforcement s'ébranlent ou retombent. En ou-

tre, le bruit trembleur auquel donnent naissance les parties ébranlées de quelques goupilles dans les assemblages soumises à un effet de vibration, est ressenti souvent de façon très désagréable. Enfin, les exigences d'une fermeture étanche à l'eau et résistante à la pression ne sont remplies dans beaucoup de cas que partiellement avec les assemblages par rivetage au moyen de rivets creux avec goupilles à rupture prédéterminée, en raison d'une formation incomplète de la tête de fermeture et du manque d'un verrouillage de la goupille de remplissage, soit avec la tête de fermeture, soit avec la tête de pose.

Si la résistance d'assemblages par rivetage sans contre-appui réalisés selon les différents procédés est analysée en mettant sur un même dénominateur la grandeur des différents rivets et leurs constantes de matière en les éliminant, l'on obtient comme facteurs de forme les composantes, déterminées par les différents procédés, des résistances effectives au cisaillement et à la traction qui correspondent aux opérations partielles de la formation du rivet, conditionnant ladite résistance. Dans les procédés exposés ci-dessus, il y a d'abord la déformation de la partie de la tige de rivet saillant des pièces à assembler de manière à obtenir un bourrelet à rebord constituant la tête de fermeture, cette déformation pouvant se faire par une déformation simple, c'est-à-dire en une seule phase, ce qui constitue l'essence même du rivetage sans contre-appui. De même l'évasement radial de la tige du rivet creux à l'intérieur de la portée de serrage, évasement obtenu par un refoulement latéral radial de ladite tige par la partie conique de la goupille de remplissage, correspond à une opération partielle augmentant la résistance. Une autre opération partielle qui augmente la résistance de l'assemblage est, enfin, la mise en place de la goupille de remplissage à titre d'élément de renforcement, dans le rivet creux. La même considération est aussi valable pour l'enlacement, augmentant la résistance, de la partie de goupille qui fait office de poinçon de refoulement, à l'intérieur de la tête de fermeture, selon le procédé décrit en dernier lieu.

Même ces quelques déformations partielles et renforcements du rivet creux en lui-même qui conditionnent sa résistance ne sont qu'insuffisants dans les procédés de rivetage sans contre-appui connus jusqu'à présent. L'état actuel de la technique du rivetage sans contre-appui ne s'avance donc pas encore au-delà de deux déformations partielles simples de la tige du rivet creux et de la mise en place ultérieure de la goupille de remplissage comme élément de renforcement. Il s'ensuit que les procédés de rivetage sans contre-appui réalisés d'après les procédés connus jusqu'à présent ne peuvent encore rivaliser d'aucune façon, quant à leur ré-

sistance au cisaillement et à la traction avec les rivetages à rivets pleins. En outre, ils sont mal pratiques, étant donné que même pour des efforts modérés d'ordre statique auxquels ils doivent être soumis, un travail ultérieur additionnel pour l'aménagement de la goupille de remplissage est nécessaire. Pour cette raison leur application ne s'est donc limitée en général qu'à des cas — notamment dans la construction aéronautique et de carrosserie — où leur but initial, consistant à permettre l'exécution de l'opération de rivetage à partir d'un seul côté, c'est-à-dire du côté de la tête de pose, répondait à une mesure constructive.

Aucun des procédés de rivetage sans contre-appui au moyen de rivets creux avec goupille à rupture prédéterminée connus jusqu'à présent n'a encore cherché à tirer profit des possibilités techniques de déformation pour la formation en plusieurs étapes et à plusieurs reprises d'une tête de fermeture statiquement suffisante, ainsi que de la possibilité d'un verrouillage dans les trois dimensions et inamovible de la partie de la goupille qui reste comme élément de remplissage et de renforcement, verrouillage assuré aussi bien par rapport à la tête de pose que par rapport à la tête de fermeture du rivet creux. En outre, dans les procédés actuels le renforcement de l'assemblage par rivetage en vue d'assurer la résistance au cisaillement à l'aide d'une goupille de remplissage insuffisamment fixée, exige à lui seul déjà une opération de travail supplémentaire. Il n'existe pas encore, jusqu'à présent, un procédé de rivetage par rivets creux avec goupilles à rupture prédéterminée qui profite de toutes les possibilités de la technique de déformation, conditionnant la résistance requise — au point de vue résistance au cisaillement et à la traction — de l'assemblage à rivets et qui soit réalisable en une seule opération continue de travail.

L'objet de l'invention est un procédé pour réaliser des assemblages par rivetage à l'aide de rivets creux avec goupilles à rupture prédéterminée, dans lequel la goupille en concordance avec le rivet creux, tout en faisant fonction de goupille de remplissage et de renforcement susceptible d'être détachée d'une tige de traction, d'une part, et en agissant, comme élément déformateur, d'autre part, est disposée et agencée; de telle façon que plusieurs déformations partielles conditionnant la résistance et le renforcement de l'assemblage par rivetage sans contre-appui s'effectuent en partie les unes après les autres et, en partie, simultanément, en une seule opération continue de travail.

Le procédé admet naturellement plusieurs successions d'opérations pour les déformations partielles et les renforcements prévus dans chaque cas particulier et s'effectuant sans interruption, soit les

unes après les autres, soit simultanément. Etant donné qu'au surplus certaines de ces opérations partielles peuvent être exécutées de façons différentes et peuvent répondre à des conditions différentes d'un accroissement de la résistance suivant la nature des assemblages par rivetage à réaliser, plusieurs possibilités d'exécution et d'application se laissent combinées. Dans la description du procédé qui va suivre, deux exemples d'application sont expliqués, dont celui représenté dans les figures 1 à 4 des dessins annexés se rapporte à un assemblage de pièces présentant chacune un trou traversant, et celui représenté dans les figures 5 à 7 se rapporte à un assemblage de pièces dont l'une comporte un trou traversant et l'autre un trou borgne. L'un desdits exemples sert à illustrer clairement les caractéristiques essentielles du procédé et l'autre l'étendue de ses possibilités d'application.

Dans les figures 1 à 4 de l'exemple d'exécution d'un assemblage par rivetage sans contre-appui de deux pièces à trous traversants, la figure 1 représente l'état au départ et la figure 4 l'état final du rivet creux avec goupille à rupture prédéterminée. Les figures 2 et 3 sont deux stades intermédiaires de trois phases essentielles de la déformation et du renforcement de l'assemblage par rivetage sans contre-appui. Selon les figures 1 à 4, le rivet creux avec goupille à rupture prédéterminée se compose de la goupille (parties 1 à 9) et du rivet creux (parties 10 à 13) et est engagé dans le trou, percé suivant la tolérance, des pièces à assembler 14. Dans l'intérêt d'une meilleure compréhension, le dispositif de rivetage à l'aide duquel le rivet est appuyé, pendant son façonnage, contre la face de travail des pièces à assembler 14 et dans lequel la tige de traction 9 de la goupille est serrée pour être tirée dans le rivet creux, n'a pas été représenté. Il en est de même de l'embouchure qui bute pendant la formation de la tête de pose 13 contre le rivet creux. La transmission des efforts entre le dispositif de rivetage et le rivet, pour la constitution duquel sans contre-appui ils sont nécessaires, est représentée dans les figures 1 à 3 par des flèches en traits pleins, dont la grandeur indique la valeur des efforts très variables qui doivent être développés pour obtenir la phase de déformation représentée dans la figure suivante.

Dans les figures 1, 2 et 3 les pièces à assembler 14 et le rivet creux 10 à 13, sont représentés en coupe, tandis que la goupille 1 à 9 est représentée en plein. Dans la figure 4, une partie de la tête de fermeture terminée — ce qui est indiqué par la ligne de cassure — est montrée en plein, tandis que de la goupille les parties 1 à 4 sont recouvertes partiellement et les parties 2 et 3 totalement.

Dans cette forme d'exécution, la goupille 1 à 9 se compose en principe d'une partie de goupille

1 à 6 qui reste dans le rivet creux et d'une partie de goupille 8 et 9 à détacher, lesdites parties étant, à l'état non travaillé et pendant la déformation du rivet, reliées rigidement entre elles par un pont de rupture prédéterminée 7. Comparativement aux procédés actuels, ce pont de rupture prédéterminée 7 est agencé et disposé de telle façon qu'il forme immédiatement après la rupture par traction la délimitation définitive de la partie de goupille 1 à 6 restant à titre de goupille de remplissage et de renforcement par rapport à la partie de goupille 8 et 9 à détacher. A cet effet il est constitué par un rétrécissement très étroit par rapport à son diamètre, ce rétrécissement constituant, grâce à son orientation partiellement verticale par rapport à l'axe de la goupille, une composante discontinue. Les rapports de section entre la goupille de remplissage 4 à 6 et la section la plus petite du pont de rupture prédéterminé 7 sont choisis juste de telle façon qu'au moment de l'atteinte du moment maximum de traction en vue de la rupture, l'allongement des parties de remplissage 4 à 6 de la goupille ne dépasse pas encore, à l'instant même de la rupture, la limite de leur élasticité. Le lieu où le pont de rupture 7 est disposé sur l'axe de la goupille est choisi et de telle manière et avec une telle tolérance qu'après la formation du rivet, la surface de rupture soit située immédiatement derrière le plan frontal de la tête de pose 13 qui se forme après (fig. 4). Des restes sans effet statique de la goupille à l'endroit du pont de rupture 7 (fig. 4) sont réduits dans ce procédé à des dimensions sans importance, de manière que d'avance, aucun enlèvement ultérieur ne soit nécessaire, parce que la surface de rupture forme elle-même la fermeture permanente de la partie de goupille 1 à 6 prévue comme goupille de remplissage et de renforcement.

La partie de goupille 8 à 9 à détacher se compose, dans cet exemple d'exécution, de la tige de traction 9 et du cône d'évasement à angle aigu 8, ce cône entrant en action pendant la formation du rivet comme élément d'évasement radial pour différentes parties du rivet creux.

La partie de goupille 1 à 6, qui reste dans le rivet creux comme partie constitutive du rivet terminé sans contre-appui, comprend le poinçon refouleur 1 à 3 et la goupille de remplissage 4 à 6. Pour pouvoir remplir ses fonctions pendant la formation du rivet, le poinçon refouleur, agencé pour servir comme renforcement de la tête de fermeture terminée, est encore muni de gorges d'entraînement 2 à angles vifs et d'un cône de refoulement 3 à angle obtus. Dans cet exemple d'exécution, la goupille de remplissage 4 à 6 est pourvue le long de sa circonférence d'une nervure décollée arrière 4 et d'une nervure décollée avant 6. Les deux nervures 4 et 6 ont pour mission,

d'assurer après la déformation plastique du rivet creux 10 à 13 le verrouillage de la goupille de remplissage en direction axiale, tant par rapport à la tête de fermeture terminée que simultanément par rapport à la tête de pose 13 terminée qui est formée après (fig. 4). Le corps proprement dit 5 de la goupille de remplissage est encore muni de cannelures pour empêcher qu'il puisse tourner. Le diamètre du noyau de ce corps de goupille cannelé correspond à celui du cône d'évasement 8 du côté tourné vers le pont de rupture 7.

Pour résister à la transmission de forces importantes pendant la formation du rivet, l'ensemble de la goupille est fabriqué en un acier d'une résistance à la traction particulièrement élevée et, en plus de ça, d'une exécution spéciale, en un alliage inoxydable.

Les exigences auxquelles doit satisfaire la matière constitutive du rivet creux 10 à 13 sont celles d'une bonne aptitude à la déformation combinée avec une résistance suffisante qui doit correspondre aux caractéristiques matérielles des pièces à assembler. En ce qui concerne la comparaison entre les matières premières dont sont constitués la goupille et le rivet creux, les propriétés mécaniques désirables pour chacune de ses pièces sont tellement différentes, qu'il y a avantage à choisir ces matières dans des groupes de matière différents. Cela signifie pour la résistance à la corrosion d'un assemblage par rivetage sans contre-appui qu'il s'agit généralement, surtout sous l'influence d'une humidité plus ou moins prononcée, d'un élément galvanique qui, selon les conditions du milieu électrochimique, est corrodé en fonction du temps. Tant en chaudronnerie qu'en ferblanterie de bâtiment, des assemblages par rivetage sans contre-appui ne donnent donc une assurance de durée que lorsqu'ils sont protégés de l'influence de l'humidité par un vernissage ou un masticage, tel qu'il est connu dans la construction aéronautique ou de carrosserie. En l'absence d'une fermeture suffisamment étanche à l'eau, l'application d'un vernissage de protection était donc indispensable dans les procédés connus de rivetage sans contre-appui, ce qui, dans le présent procédé n'est plus nécessaire, grâce à la réalisation d'une fermeture de l'assemblage par rivetage dont l'étanchéité est généralement satisfaisante. Une protection suffisante peut en effet être obtenue contre la corrosion pour assurer la durée de l'assemblage par rivetage, surtout dans la zone de la tête de fermeture en métallisant par un procédé connu la goupille avec la matière du rivet creux ou avec une matière à potentiel électrochimique analogue.

Le rivet creux 10 à 13 qui, dans l'exemple d'exécution, est un rivet noyé, se compose d'abord de la tête de pose 13 dont la face frontale, à l'état non travaillé du rivet, selon figure 1, est

légèrement concave, tandis que son bord saille légèrement du côté à travailler des pièces à assembler. La tige du rivet creux se compose d'une partie cylindrique 12 qui dépasse la portée de serrage de l'assemblage non encore réalisé, selon figure 1, dans le sens d'une tolérance en plus pour passer de là en une partie de tige de rivet creux 11 renflée vers l'intérieur. Cette partie 11 de la tige du rivet creux, d'abord à section renflée vers l'intérieur, s'évase à nouveau en direction du bord de la tige de rivet creux, à partir d'une courte partie cylindrique à épaisseur de paroi maximum, pour former un cône intérieur à angle aigu. Dans ce cône intérieur repose à l'état non façonné du rivet, selon figure 1, le cône d'évasement 8 de la partie de goupille 8 et 9 à détacher après la formation du rivet.

Afin de réaliser pendant la formation de la tête de fermeture un rabatement presque complet du bord 10 de la tige de rivet creux sur la tête du poinçon de refoulement 1 par une utilisation parfaite, au point de vue technique de déformation, des vecteurs de formation de ladite tête de fermeture, ledit bord 10 est dentelé en conséquence. La figure 4 montre que cette dentelure comporte des entailles plus fortes et profondes et des entailles plus faibles et moins profondes. L'on obtient ainsi, en dehors d'un enlacement essentiellement plus parfait de la tête de goupille 1 par le bord 10 de la tige de rivet creux, avant tout une retenue optimum en direction du serrage. En outre, une perte de force superflue engendrée par le refoulement transversal du bord 10 de la tige de rivet creux — refoulement qui se manifeste le long de sa circonférence par un rétrécissement progressif vers l'extrémité extérieure dudit bord 10 — est ainsi évitée sur toute l'étendue de la dentelure en faveur des forces de retenue le long de la direction de serrage. En même temps, la formation de plis pendant le façonnage de la tête de fermeture est empêchée par la dentelure, bien que le bord 10 de la tige de rivet creux dépasse le bord du poinçon refouleur beaucoup plus que dans les procédés connus.

Alors que dans les procédés connus le rétrécissement de section vers son bord de la partie de la tige de rivet creux, saillant des pièces à assembler en vue de faciliter l'enlacement du poinçon refouleur, est réalisé pour les rivets creux à orifice cylindrique par un cône extérieur, le procédé conforme à l'invention, en dehors de la dentelure pour le même usage, prévoit à cet effet un cône intérieur pour une tige de rivet creux cylindrique. De cette façon, le diamètre du bord 10 de la tige de rivet creux correspond ainsi déjà à l'état non travaillé du rivet au plus grand diamètre extérieur du poinçon refouleur 1 à 3. Ledit bord a donc, dès le début, une distance appropriée de la

goupille de remplissage 4 à 6, c'est-à-dire de la tige de traction, contrairement aux procédés actuels. Il n'est donc pas nécessaire de l'évaser d'abord du diamètre beaucoup plus petit de la goupille de remplissage ou de la tige de traction à celui de la tête du poinçon refouleur 1 à 3 pour permettre le passage de celle-ci, et de le faire ensuite se rétrécir à nouveau. Si un tel évasement radial avec rétrécissement subséquent du bord de la tige de rivet creux, en vue de permettre le passage du poinçon refouleur, s'effectuait à l'intérieur de la limite d'élasticité de la matière constitutive du rivet creux, il serait absolument sans importance que le rétrécissement de section de l'extrémité de la tige de rivet creux vers son bord soit réalisé avec un cône extérieur ou intérieur.

Toutefois, étant donné que le rapport des sections transversales entre la goupille de remplissage ou la tige de traction, d'une part, et le poinçon refouleur, d'autre part, dépasse, d'une façon générale, en puissances de dix la dilatation élastique, tout évasement radial du bord de la tige de rivet creux avant son rétrécissement est contraire au but recherché à cause des efforts préalables irréversibles exercés sur sa structure — quelle qu'elle soit au sens métallurgique. Un cône intérieur de cette partie 11 de la tige du rivet creux, tel qu'il est représenté en figure 1, offre encore l'avantage qu'en vue de la formation d'un diamètre de tête de fermeture aussi grand que possible, il s'évase beaucoup plus fortement dès la phase de début de la formation de ladite tête.

La section transversale de la partie 11 de la tige de rivet creux qui dépasse les pièces à assembler du côté de la tête de fermeture est, enfin, en fonction de sa distance du bord 10 de ladite partie dimensionnée de telle façon qu'elle prenne, après la formation du rivet selon figure 4 avec la forme, favorable au point de vue de la technique de déformation, du poinçon refouleur 1 à 3 dans sa section la forme demi-ronde de la tête d'un rivet plein.

La première déformation partielle conditionnant la résistance et effectuée lors de la formation du rivet par le retrait de la goupille — après l'évasement radial préalable de la partie 11 de la tige de rivet creux qui dépasse du côté de la tête de fermeture jusqu'au bord du perçage — comporte d'abord un refoulement latéral radial jusqu'à une certaine épaisseur de paroi déterminée au-delà dudit bord de perçage. Elle est effectuée, selon figures 1 et 2, par le cône d'évasement 8 de la section de goupille 8 et 9 à détacher, ce cône, grâce à sa conformation en coin à angle aigu, agit à l'instar d'un plan incliné à rapport multiplicateur élevé et développe une force de refoulement latérale relativement grande. Il serait

pratiquement impossible de réaliser le même effet avec le seul poinçon refouleur, étant donné que celui-ci a pour mission d'entraîner par ces gorges d'entraînement 2, la matière constitutive du rivet creux, en vue de la déformation plastique de celle-ci, dans le perçage des pièces à assembler. En outre le poinçon refouleur, du fait de sa conformation à angle obtus, ne pourrait développer, pour un même effort de traction, qu'une force de refoulement latéral beaucoup plus petite.

La saillie de la partie 11 de la tige de rivet creux refoulée au-delà du bord du perçage des pièces à assembler oppose dès le début une certaine résistance à un écartement mutuel des pièces à assembler à l'encontre de la direction de serrage. Lorsque le cône d'évasement 8 a passé avec son plus grand diamètre le plan de limitation des pièces à assembler du côté de la tête de fermeture, il se produit, comme déformation partielle suivante augmentant la résistance, une pression radiale de la partie 12 de la tige de rivet creux contre la paroi intérieure du perçage des pièces à assembler, et ceci sur toute la longueur de la portée de serrage. Cet évasement radial de ladite partie 12 à tolérance appropriée, entraîne un retrait, c'est-à-dire un raccourcissement de celle-ci dans la direction de serrage, de sorte que les pièces à assembler, si elles ne baillent pas et sont à peu près en contact l'une avec l'autre, se trouvent encore rapprochées davantage. Dans la phase représentée en figure 2, cet évasement radial n'a pas encore été complètement exécuté.

La prochaine déformation partielle en vue de la formation de la tête de fermeture est une continuation de l'évasement de la partie 11 de la tige de rivet creux par la tête 1 du poinçon refouleur, tandis qu'en même temps, la goupille de remplissage 4 à 6 est tirée dans l'orifice du rivet creux. Au stade de début de cet évasement, les gorges d'entraînement 2 du poinçon refouleur 1 à 3 n'entrent pas encore en action, étant donné qu'elles se trouvent aménagées au-dessous du plus grand diamètre de la tête 1 du poinçon refouleur. Ce n'est qu'après avoir atteint un certain degré d'évasement de la partie 11 de la tige de rivet creux en direction des pièces à assembler, stade atteint entre les figures 2 et 3, que les gorges d'entraînement 2 étagées par gradins à arête vive s'accrochent à la paroi intérieure oblique de la partie 11 de la tige de rivet creux et l'emmènent avec elles, tandis que la paroi extérieure de ladite partie, du fait qu'elle saille déjà au-delà du bord du perçage des pièces à assembler, s'appuie contre ce bord. De cette façon, le repliage de la partie 11 de la tige de rivet creux qui saille des pièces à assembler et de son bord dentelé 10 autour de la tête 1 du poinçon refouleur se trouve grandement favorisé dans le sens d'un rabattement vers l'intérieur. En



additionnant à cette déformation, y compris le façonnage préalable de la partie 11 de la tige de rivet creux en bourrelet à rebord selon les figures 2 et 3, une simple formation de tête de fermeture, on a avec l'introduction de la goupille de remplissage entre les deux stades selon les figures 2 et 3, exécuté deux autres opérations partielles conditionnant la résistance.

Dans la prochaine et dernière phase de la formation du rivet, l'effort de traction s'accroît par suite de l'avance obligatoire de la tige de traction 9 jusqu'à la rupture au droit du pont de rupture prédéterminée 7. Dans cette déformation plastique finale du rivet, le poinçon refouleur n'avance vers le perçage des pièces à assembler que jusqu'à ce que, du fait du refoulement du rivet creux, les interstices de part et d'autre de la nervure de verrouillage arrière 4 de la goupille de remplissage 4 à 6 soient complètement remplis par la matière du rivet creux. La même opération de verrouillage s'effectue simultanément aussi du côté de la tête de pose 13 en ce qui concerne la nervure de verrouillage avant 6 de la goupille de remplissage 4 à 6. Pendant cette opération et en raison de l'aplanissement de la tête de pose qui était au préalable concave, la paroi intérieure de ladite tête est chassée autour de la nervure de verrouillage avant 6 par une composante correspondant à la force de contre-appui de l'embouchure. En même temps, les pièces à assembler sont également pressées encore davantage l'une contre l'autre. Par ce grand développement de force immédiatement avant la rupture par traction, la partie 11 de la tige de rivet creux qui se trouve entre les pièces à assembler et le poinçon refouleur est à nouveau refoulée latéralement par le poinçon refouleur 1 à 3 qui agit toujours davantage par son angle obtus et son aplatissement vers le haut dû aux gorges d'entraînement. Ce n'est que lorsque ce second refoulement de la partie 11 de la tige de rivet creux, exigeant toujours davantage de force et ayant pour but le renforcement ultérieur de la tête de fermeture, a commencé, que la tige de traction 9 avec le cône d'évasement 8 se détache, terminant ainsi l'opération de rivetage, le pont de rupture prédéterminée 7 assurant en même temps la délimitation définitive de la partie de goupille prévue comme goupille de remplissage. La résistance du rivet terminé correspond — à la suite d'une déformation en plusieurs phases reproduisant fidèlement les formes — pratiquement, tant en ce qui concerne la surface annulaire recouverte sur les pièces à assembler par la tête de fermeture réalisée, qu'en ce qui concerne son renforcement intérieur, à celle d'un rivet plein en la même matière constitutive que le rivet creux.

La réalisation ci-dessus décrite d'un assemblage par rivetage sans contre-appui en application des

principes du procédé selon l'invention, admet dans ses différentes opérations partielles des variantes, à la description desquelles il est renoncé en faveur des caractéristiques essentielles du procédé. Ainsi, par exemple, la formation de la tête de fermeture se trouve grandement facilitée, si le cône d'évasement 8 et le poinçon refouleur 3 ont une section transversale légèrement elliptique et si toute la goupille soumise à la traction est animée pendant les opérations de déformation représentées dans les figures 2 et 3, d'un mouvement de rotation continue qui lui est imprimé, par l'intermédiaire de la tige de traction à partir du dispositif de rivetage par le mandrin de serrage de celui-ci mis en rotation à l'instar d'une perceuse à main.

De cette façon, les forces de déformation n'agissent sur le rivet creux que par les bombages, qui se forment en face des saillies elliptiques du cône d'évasement 8 et du poinçon refouleur 3, grâce à quoi la déformation, tout comme par exemple dans l'emboutissage au tour, devient encore plus parfaite. L'énergie nécessaire à la déformation du rivet creux peut, dans une telle application spéciale, être augmentée à volonté par rapport à un mouvement de traction limité. Une commande rotative de la goupille à partir du dispositif de rivetage offre, de plus, la possibilité, de munir une telle goupille, fabriquée généralement en acier à outils, à sa face frontale ou bien à sa tête de poinçon refouleur 1 d'arêtes coupantes, connues en soi, à l'instar de celles d'un foret; la goupille peut alors servir en même temps de foret pour la réalisation du perçage traversant des pièces à assembler. Un tel assemblage où le perçage et le rivetage se font en une seule opération de travail continue offre, dans l'application spéciale pour des buts différents, en outre l'avantage que des tensions entre les pièces à assembler le long de la ligne des rivets — tensions qui naissent par suite de déplacements possibles, l'une par rapport à l'autre, des rangées des perçages préalablement préparés — sont, d'avance, évitées.

Dans les exemples d'exécution représentés dans les fig. 5 à 7 pour l'établissement d'un assemblage de pièces 14 dont l'une a un perçage traversant et l'autre un trou borgne, la partie 11 de la tige de rivet creux destinée à être logée dans le trou borgne est agencée en cheville relativement longue et forte, susceptible d'être évasée radialement. Cette partie 11 de la combinaison cheville — rivet creux est, en outre, munie le long de son pourtour de nervures 15 qui, en vue de la retenue de la cheville dans le trou borgne, sont pressées pendant l'opération de rivetage dans les inégalités de surface ou pores de la paroi du trou borgne. Un épaulement destiné à tenir en distance, l'une de l'autre, les pièces à assembler

14 fait corps avec la cheville du rivet creux. La tête de rivet 13 prévue du côté de travail, donc tournée vers le dispositif de rivetage, est, pour permettre son passage préalable dans la pièce à perçage traversant à l'état non encore façonné du rivet-cheville, tubulaire et ne sera fermée que pendant l'opération de rivetage. La section radiale, le long de l'axe de la goupille, de l'embouchure 17 qui, en butant contre la partie de rivet 13, la façonne en tête de fereture du rivet creux, est représentée dans les figures 5 et 6 en une coupe médiane-axiale. L'ensemble de la tête de cheville, c'est-à-dire de la partie 11 de la tige de rivet creux y compris sa dentelure 10 est muni d'incisions longitudinales qui s'étendent jusqu'à l'épaulement 16. De cette sorte, un allongement pendant l'évasement radial de la partie 11 de la cheville ou bien du rivet creux le long de son pourtour est évité, de sorte que pratiquement la composante transversale totale de la force de traction devient active pour la pression de ladite partie contre la paroi intérieure du trou borgne.

La goupille, analogue à l'exemple de rivetage sans contre-appui précédemment décrit, se compose d'une partie 1 à 6 qui reste enfermée comme goupille de remplissage et de renforcement et d'une partie à détacher comprenant le cône d'évasement 8, la tige de traction 9 et le pont de rupture prédéterminée 7. Seul le cône de poinçon refouleur 3 à angle obtus, selon les figures 1 à 4, est supprimé, étant donné que dans cette forme d'exécution l'action des gorges d'entraînement suffit pour provoquer le rabattement vers l'intérieur du bord dentelé 10 de la tige de rivet creux. En remplacement, la goupille de remplissage 5 à cannelures se charge à la fois, grâce à sa conformation en cône d'évasement à angle aigu, de la mission d'un élément d'évasement radial pour la partie 11 de la tige de rivet creux et est à cet effet, adaptée au cône intérieur de cette partie.

L'effet de déformation et de renforcement d'un tel rivet creux à cheville obtenu en une seule opération de travail, et représenté dans les figures 5 à 7, ressemble à tel point à celui de la formation d'un rivet sans contre-appui, tel que représenté dans les figures 1 à 4, qu'il ne pourrait s'agir ici que d'une explication répétée.

Seule la tendance du rabattement vers l'intérieur du bord 10 de la tige de rivet creux est ici encore plus prononcée du fait de l'ondulation de la paroi extérieure de la partie 11 de la tige de rivet creux à l'état non encore travaillé et de l'allongement résultant de sa pression contre la paroi du trou borgne. Il est vrai que cette exécution d'un assemblage par rivetage au moyen de rivets creux agencés en chevilles et combinés avec des goupilles à rupture prédéterminée exige, pour autant qu'un verrouillage à l'avant de la partie de

goupille restant enfermée dans le rivet par une nervure de verrouillage s'avère pratiquement nécessaire, une tolérance très réduite par rapport au trou borgne, étant donné qu'ici la goupille de remplissage 5 exerce les fonctions d'un élément d'évasement conique à angle aigu et que la démultiplication entre le chemin de traction et l'évasement radial est en conséquence relativement plus grande. Dans beaucoup de cas pratiques, par contre, il suffit que la goupille de remplissage 5, suivant une tolérance plus large, s'avance jusque dans la portée de serrage de la pièce à assembler ayant le perçage traversant et qu'elle soit verrouillée contre un déserrage en direction de son axe longitudinal par le bord de la tête de cheville 10 rabattu vers l'intérieur et par le verrouillage arrière 4.

Le procédé décrit ci-dessus pour la réalisation d'assemblages par rivetage au moyen de rivets creux avec goupilles à rupture prédéterminée, admet différentes variantes qui, selon les buts d'utilisation et les conditions auxquelles elles doivent satisfaire au point de vue résistance au cisaillement et à la traction et pour autant qu'elles permettent d'exécuter en une seule opération continue de travail, au moins trois opérations différentes partielles de déformation et de renforcement augmentant la résistance, restent dans le cadre de l'invention.

Les exemples d'application décrits ci-devant représentent une utilisation optimum d'au moins six déformations ou renforcements conditionnant la résistance, appliqués d'un seul trait à l'élément d'assemblage proprement dit, ce qui n'est pas toujours nécessaire quand les exigences à satisfaire par l'assemblage sont moins élevées.

Ainsi on peut par exemple pour des raisons économiques renoncer à l'utilisation de goupilles décollées dans tous les assemblages où des résistances au cisaillement et à la traction ne sont pas considérées comme primordiales et se contenter de goupilles faites en fil métallique refoulé. Le pont de rupture prédéterminée peut dans ce cas être constitué par deux entailles latérales étroites opposées. Si, d'autre part, l'aménagement du cône d'évasement 8 au pont de rupture prédéterminée 7 du côté de la tige de traction présente l'avantage que ce pont ne se trouve pas chargé par les efforts souvent considérables et variables nécessaires à la réalisation de l'évasement radial, il suffit, dans des exécutions plus simples, que la goupille de remplissage fasse fonction d'élément d'évasement avec un diamètre plus grand par rapport à la tige de traction et une arête arrondie du côté de celle-ci.

D'autre part, dans une application spéciale du rivetage au moyen de rivets creux agencés en chevilles pour la fixation de plaques indicatrices sur des machines ou ustensiles, il est avantageux de renoncer à l'épaulement 16 pour assurer le contact



direct de ces plaques et de façonner la tête du rivet sur le côté de travail en tête de pose.

Enfin, il y a encore pour un groupe déterminé d'exemples d'application, tels que le montage de têtes façonnées dans l'industrie du cuir ou le montage de lettres entières sur des panneaux de publicité, la possibilité d'utiliser ce procédé pour exécuter des assemblages par rivetage de têtes façonnées au moyen de rivets creux avec goupilles à rupture prédéterminée. L'avantage de cet assemblage d'une pièce façonnée se trouve ici, à côté d'une grande solidité, dans la possibilité de pouvoir réaliser à partir d'un seul côté de travail, grâce à quoi la pièce façonnée à fixer se trouve grandement ménagée en comparaison avec des assemblages par rivetage simple actuellement utilisés. Cette pièce façonnée munie d'une goupille et de la tête de fermeture est introduite dans le perçage traversant à partir du côté opposé au dispositif de rivetage, alors que la tête de fermeture est formée seulement par l'embouchure dudit dispositif, de façon analogue à celle représentée dans les figures 5 à 7 pour un assemblage par rivetage au moyen de rivets creux agencés en chevilles à tête et munis de goupilles à rupture prédéterminée.

#### RÉSUMÉ

L'invention vise :

1° Un procédé pour réaliser des assemblages par rivetage au moyen de rivets creux avec goupilles à rupture prédéterminée, dans lequel un corps de rivet creux se trouve déformé à partir du côté de travail par une goupille déformatrice soumise à un effort de traction jusqu'à l'atteinte de la rupture à un endroit prédéterminé, caractérisé en ce que la goupille en concordance avec le corps de rivet creux est agencée et disposée, de telle façon que par son action plusieurs, mais au moins deux déformations partielles ou renforcements, conditionnant la résistance de l'élément d'assemblage combiné, soient effectués en une seule opération de travail.

2° Un procédé du genre décrit ci-dessus, caractérisé encore par un ou plusieurs des points suivants, pris séparément ou en combinaison :

a. Les moyens de déformation de la goupille sont disposés le long de l'axe de la goupille de

telle façon que la formation finale de la tête de fermeture est précédée d'un refoulement latéral radial de la partie de la tige de rivet creux à déformer, au-delà du bord du perçage des pièces à assembler;

b. Le moyen d'évasement radial de la goupille assure également la pression de la partie de la tige de rivet creux qui est comprise dans la longueur de serrage contre la paroi intérieure du perçage des pièces à assembler et à cet effet ce moyen est agencé de préférence en cône à angle aigu ménagé sur la partie détachable de la goupille;

c. Le lieu où doit se produire la rupture prédéterminée est situé sur la longueur de la goupille, de telle façon que l'endroit de rupture constitue, après la rupture par traction, lui-même la face terminale de la partie de goupille prévue comme goupille de remplissage;

d. Le lieu de rupture prédéterminée se présente en forme d'un rétrécissement très étroit par rapport à son diamètre et de préférence à étendue discontinue de la section transversale de la goupille;

e. La partie de la goupille qui reste enfermée pour faire office de goupille de remplissage est munie le long de son axe de gorges transversales qui assurent, après la déformation plastique finale du corps du rivet creux, un verrouillage de celui-ci avec la goupille de remplissage des deux côtés de l'assemblage;

f. Le bord de la tige de rivet creux qui retient par son rabattement vers l'intérieur la partie de goupille y restant comme goupille de remplissage et de renforcement a, à l'état non travaillé, sa section transversale rétrécie par un cône intérieur;

g. Le bord de la tige de rivet creux présente sur une partie de sa hauteur une dentelure composée de préférence de grosses dents à entailles plus profondes et de dents plus fines à entailles moins profondes;

h. La tête du rivet creux tourné vers le dispositif de rivetage n'est, le cas échéant, façonnée ou terminée que pendant l'opération de rivetage.

HERMANN HEIDENWOLF  
et HANS-GEORG BIERMANN

Par procuration :

O.-Ch. MAHLER



